

METHOD FOR RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL INFORMATION AND DEVICE THEREFOR

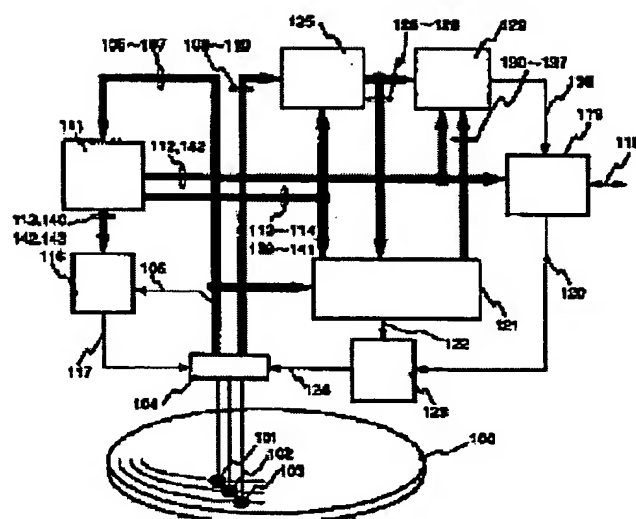
Patent number: JP8124167
Publication date: 1996-05-17
Inventor: WAKABAYASHI KOICHIRO; SUGIYAMA HISATAKA; ANDO TETSUO; MAEDA TAKESHI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- International: G11B7/00; G11B7/007
- european:
Application number: JP19940253213 19941019
Priority number(s):

Report a data error here

Abstract of JP8124167

PURPOSE: To perform a recording and reproducing even in the case a device is made to be high density by performing the recording while making the dimension of a recording mark correspond to multi-valued data and detecting multi-valued data while reducing crosstalk and intercode interference.

CONSTITUTION: This device is constituted of a two-dimensional equalization circuit 129 reducing the leak-in of two-dimensional information and an equalization coefficient learning circuit 121 for calculating an optimum equalization coefficient to be used in the two-dimensional equalization circuit in a state in which an optical recording and reproducing device. Then, at the time of the reproducing of information, positions where marks for equalization coefficient learnings are recorded are detected based on the reproducing signal of pre-pits prepared previously in a learning track recognizing area and an equalization coefficient is calculated by reproducing learning marks with a spot based on the detection values and then the leak-in of the two-dimensional information is reduced by using the calculated equalization coefficient.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

マークの配列間隔(マークピッチ)を狭くすることが考えられる。しかし、トラックピッチ及びマークピッチが光スポットの径よりも小さくなると、光スポットが一つの情報マークを照射したときに周囲の他の情報マークの一部も同時に照射するため、再生すべき情報マークの信号に周囲の情報マークの信号が二次元的に漏れ込むという問題が起こる。この漏れ込みは、ノイズ成分として干渉し、再生の精度を低下させる。従って、トラックピッチ及びマークピッチの大きさは、光スポットの径によって制限されることになる。この光スポットの径は、波長 λ と絞り込みレンズの開口数(NA)とによって $\sim \lambda/NA$ という値に限定されるため、特定の波長のレーザと絞り込みレンズを備えた系では、二次元的な情報の漏れ込みが高密度化の大きな支障となる。

【0003】上記の問題を解決し、トラックピッチとマークピッチを小さくする手段として、上記情報の漏れ込み成分をキャンセルするための二次元等化処理方式(特開平02-257474号公報)がある。この従来例を図14に示す。この従来方式では、2値情報が情報はDiscrete Block servo Format(以下DBFと略す)に従う記録媒体上の予め定められた格子点上のマークの有無として記録される。従来、DBFはそのトラック信号検出の容易性、及び記録再生データのクロック検出の安定性において特徴があり、ディスク上に書き込まれたクロックビットを用いて全てのタイミングを検出できるので、図14に示したような二次元的な格子点上にマークを記録することができる。情報再生時には、トラック $i-1$ 、トラック i 及びトラック $i+1$ 上の格子点上の再生信号に基づき、図14に示したような信号処理回路を用いて、目的トラック i の再生信号から隣接するトラックからの情報の漏れ込み(以下クロストークと呼ぶ)とトラック i 上の情報の漏れ込み(以下符号間干渉と呼ぶ)を低減する。この技術を用いることにより、マークピッチとトラックピッチを小さくした場合でもクロストークや符号間干渉の影響を受けずに済み、高密度記録再生が可能となる。

【0004】一方、光情報記録媒体の記録密度を向上する別の方法として、多値のデータに対応させて記録マークの大きさを变化させて記録再生する多値記録再生方式(特開昭63-302426号公報)がある。この従来例を図15に示す。この従来方式では、記録マークの面積を变化させて情報を記録するので、一定寸法の記録要素に多ビットの記録が可能となる。これにより、再生時のスポット径を小さくしたり、マークピッチやトラックピッチを小さくしなくても高密度記録再生が可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記説明のように、トラックピッチとマークピッチを小さくする方法では、クロストークと符号間干渉が問題となるが、特開平02-

257474号公報記載の信号処理を用いれば、クロストークや符号間干渉の影響を受けずに済み、高密度記録再生が可能となる。しかし、この技術を用いても光ディスク装置のカットオフ空間周波数($2NA/\lambda$)以上の高周波信号を再生できず、このため $\lambda/4NA$ 以下のマークピッチでは記録再生できない。また、トラックピッチをあまり小さくするとクロストークが大幅に増え、上記信号処理を用いても十分にクロストークを低減できない。このように、特定の波長のレーザと絞り込みレンズを備えた系では実現できるトラックピッチとマークピッチに限界があり、特開平02-257474号公報記載の方法を用いても超高密度記録再生は実現できない。

【0006】一方、多値のデータに対応させて記録マークの面積を变化させて記録再生する特開昭63-302426号公報記載の多値記録再生方式では、一定寸法の記録要素に多ビット記録できるので、マークピッチやトラックピッチを小さくしなくても高密度記録再生が可能となる。しかし、特開昭63-302426号公報記載の従来方式では、情報再生時にスポット走査方向からの符号間干渉や隣接トラックからのクロストークが生じないようなマーク間距離を設ける必要があった。例えば、スポット走査方向へは最大のマークが互いに干渉しないような距離を設ける必要があり、従来の2値記録においてマークピッチを小さくして高密度化する場合に比べてマークピッチは大きくなってしまった。これにより、多値化による高密度化の効果はマーク間を設けることによる低密度化により打ち消され、この従来方式を用いても高密度記録再生は実現できない。

【0007】本発明の目的は、従来と同等かそれ以下のマークピッチとトラックピッチで多値記録再生を行なうことができる超高密度記録媒体及び情報記録再生装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題点は、光情報記録媒体の予め定められた格子点上にレーザ光照射により記録マークの大きさを多値のデータに対応させて2種類以上に变化させて記録し、再生を目的とする格子点に対して二次元的に最も隣接する格子点からの情報のもれ込み量を検出するための領域を記録媒体上に設け該領域内の格子点上にマーク群を記録し、該マーク群を予め光スポットで走査して得られた検出値を基に、目的とするトラックに対して隣接するトラックからのクロストーク量と、目的とするトラック上の隣接する格子点間での符号間干渉量を学習しておき、情報再生時には信号処理を用いて学習したクロストーク量に基づき隣接するトラックからのクロストークを低減し、さらに学習した符号間干渉量に基づき目的トラック上の符号間干渉を低減することで、二次元的に隣接する格子点からの情報のもれ込みを低減することにより上記従来の問題点を解決することができる。

て、 $a=bd$ 、 $c=be$ 、 $f=gd$ 、 $h=ge$ が成り立つとすると、数3の計算を行うことでクロストークを低減することができる。

* [0021]
【数3】

$$S''(ij) = S(ij) - bS'(i-1,j) - gS'(i+1,j) \quad \dots (数3)$$

【0022】さらに、数3の結果に基づき、次の計算を行えば符号間干渉が低減できる。

* [0023]
※ 【数4】

$$S'''(ij) = (1-de)S''(ij) - dS''(i,j-1) + d^2S''(i,j-2) - eS''(i,j+1) + e^2S''(i,j+2) \quad \dots (数4)$$

【0024】上記数4は目的格子点とスポット走査方向に最も隣接する4つの格子点上の信号に基づき演算を行なう例を示すが、符号間干渉を低減する演算では、隣接する格子点上の信号数は4つに限定されるものではない。

【0025】ところで、実際の光ディスク装置では記録時のスポット形状、記録パワー、記録クロックタイミング、フォーカス、トラッキングの変動により記録マーク形状及び位置が変動したり、再生時の光スポット形状、トラッキング、フォーカス、サンプリングクロックタイミングの変動によりクロストーク量や符号間干渉量が変動する。これら変動要因が生じた場合でも、効果的にクロストークや符号間干渉を低減するためには、二次元等化に用いる等化係数も適応的に変化させる必要がある。この目的で、図3に示した干渉係数の値を実際の光ディスク装置に光記録媒体を装着した状態で測定する。測定の結果得られた干渉係数値から等化係数をもとめることで、最適な等化係数を算出できるのである。

【0026】この目的のために、所定のマーク列パターンを光記録媒体上の所定の位置に予め記録しておく。情報再生前にこのマーク列パターンを光スポットで再生し、再生信号を基に情報の漏れ込み量を学習する。先に述べたように、干渉係数の値がマーク径に対して独立で、しかも干渉係数間で $a=bd$ 、 $c=be$ 、 $f=gd$ 、 $h=ge$ が成り立つならば、数3及び数4の計算を行なうことで二次元的な情報の漏れ込みを低減することができる。このとき、等化係数は、数4における $-b$ と $-g$ 、数4における $(1-de)$ 、 $-d$ 、 $-e$ 、 $d \times d$ 、 $e \times e$ である。したがって、干渉係数としては b 、 d 、 e 、 g を学習すれば十分であり、この学習値を基に上記等化係数を算出すればよい。以下では、 b と g を隣接するトラックからのクロストーク係数とよび、 d と e を目的とするトラック上の符号間干渉係数とよぶ。

【0027】

【作用】本発明による情報記録再生方式では、光情報記録媒体の予め定められた格子点上に、マークの大きさを多値のデータに対応させて2種類以上に变化させて記録する。例えば図1(a)に示したように、2ビット分のデータ"00"、"01"、"10"、"11"をマークの大きさを0~W3の4種類に変化させることで記録

すれば、情報再生時には、格子点に記録されたマーク径0~W3に応じて格子点上での信号振幅が変調される。すなわち、格子点上の再生信号振幅が0の場合には"00"とし、格子点上の再生信号振幅が1の場合には"01"とし、格子点上の再生信号振幅が2の場合には"10"とし、格子点上の再生信号振幅が3の場合には"11"とすることで元のデータを再生できる。

【0028】但し、本発明による情報記録方式では、光スポット走査方向への格子点間隔(マークピッチ)と隣接トラック方向への格子点間隔(トラックピッチ)は光スポット径よりも小さいので、光スポットが一つのマークを照射したときに周囲の他のマークの一部も同時に照射する。このため、再生すべき情報マークの信号に周囲の情報マークの信号が二次元的に漏れ込み再生の精度を低下させる。そこで、再生時に信号処理を施し、二次元的な情報の漏れ込みである隣接トラックからのクロストークとスポット走査方向からの符号間干渉を低減する。実際の光ディスク装置では記録時のスポット形状、記録パワー、記録クロックタイミング、フォーカス、トラッキングの変動により記録マーク形状及び位置が変動したり、再生時の光スポット形状、トラッキング、フォーカス、サンプリングクロックタイミングの変動によりクロストーク量や符号間干渉量が変動する。本発明における情報記録再生方式では、これら変動要因が生じた場合でも効果的にクロストークや符号間干渉を低減するために、上記課題を解決するための手段で述べた方法を用いて、光ディスク装置に光記録媒体を装着した状態で最適な等化係数を学習し、この学習の結果得られた等化係数に基づき二次元等化処理を行なう。

【0029】但し、前記二次元等化処理を行う場合には、干渉係数の値がマーク径をW1~W3と変化させた場合でも略一定であり、かつ $a=bd$ 、 $c=be$ 、 $f=gd$ 、 $h=ge$ が略成り立つ必要がある。以下では、図4を用いて光ディスク装置においてこの条件が略成り立つことを示す。図4は、孤立マークを再生して得られる再生信号波形をシミュレーションした結果と、該再生波形から求められる干渉係数を示す。シミュレーションには、光回折と絞り込みレンズの開口数を考慮し、光ディスク再生過程シミュレーションを行なうジャーナル オブ オプティカルソサエティー オブ アメリカ 6

ック認識領域と等化係数学習領域をセクタの先頭部に設けた所に特徴がある。

【0037】情報記録時には、まず学習トラック認識領域に予め用意されたプリビットの再生信号に基づき、等化係数学習用マークを記録する位置を検出し、この検出値に基づき等化係数学習領域の定められた格子点位置に学習用マークを記録し、その後ユーザデータがデータ記憶領域に記録される。

【0038】情報再生時には学習トラック認識領域に予め用意されたプリビットの再生信号に基づき、等化係数学習用マークの記録されている位置を検出し、この検出値に基づき学習用マークをスポットで再生して等化係数を算出し、この算出された等化係数を用いて二次元的な情報の漏れ込みを低減するための二次元等化処理を行う。

【0039】以上では、書き込み可能な磁気光学媒体を例にとって説明した。本願発明は、他に凹凸ビットで情報を形成する所謂ROMディスクにも適用可能であり、この場合は学習トラック認識領域を省略し、ウォブルマーク151、152、クロックマーク153、学習用マーク154、155、156、及びデータを凹凸ビットで形成することができる。

【0040】次に本発明による情報記録装置及び媒体について説明する。以下、図8に示した同期信号発生器111について説明する。同期信号発生器111は図7に示した記録再生装置の構成要素であり、各スポットから得られるクロックマーク153の再生信号に同期した信号を生成する。該同期信号発生器111は3つのPLL回路200～202からなる。光スポット101から得られる総光量信号105、光スポット102から得られる総光量信号106、及び光スポット103から得られる総光量信号107は、まず同期信号発生器111内にある3つのPLL回路200、201及び202に入力される。各PLL回路200～202は、総光量信号に含まれるクロックマークの信号を検出し、光記録媒体100の回転に同期したクロック信号112～114、及びクロックマーク用サンプルホールド信号139～141を発生する。クロック信号112～114の周期は、例えば、図2に示した光記録媒体上で光スポット走査方向への格子点間隔Tに相当すればよい。これらクロック信号112～114は同期信号発生器111の出力信号となる。但し、PLL回路201は、上述した光スポット位置決め回路116で用いられるウォブルマーク用サンプルホールド信号142と143も出力する。これらサンプルホールド信号142と143も同期信号発生器111の出力信号となる。

【0041】以下、図9に示した情報記録回路について説明する。情報記録回路は、図7に示した記録再生装置のうち、等化係数学習回路121と、データ変調回路及びレーザ駆動回路からなる。情報記録時において、ス

ット102は、図2に示したような学習アドレス領域に記録されている学習トラック識別マーク154～156を再生する。この識別マーク群の再生信号を含んだ総光量信号106は等化係数学習回路121に入力される。等化係数学習回路121には学習トラック識別回路210と学習マーク記録信号発生回路212がある。総光量信号106は、まず学習トラック識別回路210によってレベルスライスされて2値化される。学習トラック識別回路210は、この2値化信号に基づき学習マークを記録すべき位置を決定する。具体的には、図2に示したように識別マーク154～156のスポット走査方向への記録位置は、 $m+T$ 、 $m+3T$ 、 $m+5T$ の3種類があり、学習マーク記録回路はクロック信号113とクロックマーク用サンプルホールド信号140に基づいて2値化の結果得られたパルスの位置がこれらの記録位置のどれに相当するかを求める。パルスの位置が $m+T$ であると認識すると2ビットのデジタル信号であるトラック識別結果信号211は00と出力され、 $m+3T$ であると認識するとトラック識別結果信号211は01と出力され、 $m+5T$ であると認識するとトラック識別結果信号211は10と出力される。この信号は、次のトラック識別が行なわれるまで保持される。但し、学習トラック識別回路210はカウンタを内蔵し、該カウンタはクロック信号113に従ってカウントし、クロックマーク用サンプルホールド信号140のパルスが入力されるとリセットされる。学習トラック識別回路210は、このカウンタの値が学習トラック認識領域の先頭位置に対応するカウンタ値 m で動作を開始し、末尾位置に対応するカウンタ値 $n-1$ で動作を終了する。

【0042】学習マーク記録信号発生回路212はトラック識別結果信号211、クロック信号113及びクロックマーク用サンプルホールド信号140に基づき学習マークを記録するための学習マーク記録信号122を出力する。トラック識別結果信号211の値が00であれば、 $p+T$ の格子点位置でパルスを出力し、トラック識別結果信号211の値が01であれば、 $p+4T$ の位置でパルスを出力し、トラック識別結果信号211の値が10であれば、 $p+7T$ の位置でパルスを出力する。この学習マーク記録信号122はレーザ駆動回路123へ入力され、レーザ駆動回路123は学習マーク記録信号122にしたがって記録パルス124を出力し、光スポット102の強度は記録パルス124にしたがって変調される。光記録媒体上の等化係数学習領域に学習用マーク157あるいは学習用マーク158あるいは学習用マーク159を記録する。但し、学習マーク記録信号発生回路212はカウンタを内蔵し、該カウンタはクロック信号113に従ってカウントし、クロックマーク用サンプルホールド信号140のパルスが入力されるとリセットされる。学習マーク記録信号発生回路212は、このカウンタの値が等化係数学習領域の先頭位置に対応する

また、本実施例では、図2に示したようにオフセット量検出領域が1つの格子点からなる場合を示したが、オフセット量検出領域内に2個以上の格子点を配置してもよい。オフセット量検出時において、2個以上の格子点信号の平均値をオフセット量とすることで、オフセット量の検出精度を向上することができる。

【0049】スポット102から入力される光磁気信号109は、まずA/D変換器221に入力され、格子点位置の光磁気信号がデジタル化される。デジタル化された光磁気信号はデジタル再生信号224としてオフセット量差分回路227に入力される。オフセット量差分回路227では、信号成分に含まれるオフセット成分を検出し、該オフセット量と入力されるデジタル再生信号224の差分値229を出力する。オフセット量差分回路227から出力される差分値229はFIFO回路231に入力され、クロック信号113に基づきFIFO回路内に記憶される。

【0050】スポット103から入力される光磁気信号110も、上述した光磁気信号109の場合と同様の処理が行なわれる。まずA/D変換器222に入力され、格子点位置の光磁気信号がデジタル化される。デジタル化された光磁気信号はデジタル再生信号225としてオフセット量差分回路228に入力される。オフセット量差分回路228では、信号成分に含まれるオフセット成分を検出し、該オフセット量と入力されるデジタル再生信号225の差分値230を出力する。オフセット量差分回路228から出力される差分値230はFIFO回路232に入力され、クロック信号114に基づきFIFO回路内に記憶される。

【0051】FIFO回路231に記憶された差分値229、及びFIFO回路232に記憶された差分値230はクロック信号112に基づき読みだされ、これら差分値は同期再生信号127、128としてタイミングずれ補正回路125の出力信号となる。このとき、同期再生信号127と128は、スポット間隔に起因する光磁気信号108～110の隣接トラック方向に対するタイミングずれが補正されるようにFIFO回路から読みだされ、その結果、同期再生信号126～128は互いに隣接トラック方向に同期した信号となる。ところで、図5(a)は、図1(a)に示したような4値記録再生を行う場合に得られる再生信号をシミュレーションした結果である。光源波長は780nm、絞り込みレンズ開口数は0.55、記録媒体は光磁気媒体を仮定した。また、マークピッチを0.75μm、トラックピッチを0.75μm、マーク径W1を0.34μm、W2を0.50μm、W3を0.64μmとした。シミュレーション結果は格子点を中心としたアイパターンで表示した。上記光磁気信号108～110は、例えば、図5(a)に示したアイパターンの信号に相当し、格子点同期信号126～128は図5(a)に示したアイパター

ンの格子点位置における信号に相当する。本来は格子点位置の再生信号振幅が0の場合には"00"とし、格子点上の再生信号振幅が1の場合には"01"とし、格子点上の再生信号振幅が2の場合には"10"とし、格子点上の再生信号振幅が3の場合には"11"とすることで元のデータを再生できる。但し、本発明による情報記録方式では、光スポット走査方向への格子点間隔(マークピッチ)と隣接トラック方向への格子点間隔(トラックピッチ)は光スポット径よりも小さいので、光スポットが一つのマークを照射したときに周囲の他のマークの一部も同時に照射する。このため、再生すべき情報マークの信号に周囲の情報マークの信号が二次元的に漏れ込み再生の精度を低下させる。そこで、再生時に以下の処理を施し、二次元的な情報の漏れ込みである隣接トラックからのクロストークとスポット走査方向からの符号間干渉を低減する。以下では、クロストークと符号間干渉を低減するための信号処理方式について説明する。

【0052】まず、図11に示した再生時に用いる等化係数学習回路121について説明する。実際の光ディスク装置では記録時のスポット形状、記録パワー、記録クロックタイミング、フォーカス、トラッキングの変動により記録マーク形状及び位置が変動したり、再生時の光スポット形状、トラッキング、フォーカス、サンプリングクロックタイミングの変動によりクロストーク量や符号間干渉量が変動する。これら変動要因が生じた場合でも、効果的にクロストークや符号間干渉を低減するためには、二次元等化に用いる等化係数も適応的に変化させる必要がある。この目的で、図3に示した干渉係数の値を実際の光ディスク装置に光記録媒体を装着した状態で測定する。測定の結果得られた干渉係数値から等化係数をもとめることで、最適な等化係数を算出できるのである。

【0053】等化係数学習回路121は図1に示した記録再生装置の構成要素であり、二次元的な情報の漏れ込みを低減するための最適な等化係数を求めるために用いられる。等化係数学習回路121は情報記録時にも用いた学習トラック識別回路、情報漏れ込み量検出回路、及び等化係数算出回路で構成される。等化係数の求め方については課題を解決するための手段で詳しく述べた。以下ではその手段を実現する回路について述べる。

【0054】まず、図3に示した隣接するトラックからの情報の漏れ込み量であるクロストーク量b、及びgを求め、該クロストーク量に基づきクロストークを低減するための等化係数の算出手段について説明する。クロストーク量を算出するためには、図2に示した等化係数学習用マーク157～159が等化係数学習領域のどの格子点に記録されているかを知る必要がある。これは、学習トラック認識領域内に記録されている学習トラック識別マーク154～156を光スポット101～103を用いて再生することで等化係数学習用マークの記録位置

よりも大きい場合には、 $S'(i, p+7T)$ と $S'(i+1, p+7T)$ の比、 $S'(i, p+7T) / S'(i+1, p+7T)$ を出力する。一方、 $S'(i+1, p+7T)$ が孤立信号振幅の半値よりも小さい場合には、0 を出力する。該クロストーク量出力信号261が隣接トラックからのクロストーク量 g を表す。上述したように隣接するトラックからのクロストーク量を求めるときには、学習マークが記録位置において、両端のスポットから得られる格子点信号が孤立信号の半分の値より大きい、小さいかを判断する。これは、目的のトラックに隣接するトラック上に既にマークが記録されているか否かを判断するためである。隣接トラック上にマークが記録されている場合には、再生時に隣接トラックからのクロストークが問題となる。しかし、隣接トラック上にマークがまだ記録されていない場合、再生時のクロストークは生じない。すなわち、上記クロストーク量は0である。隣接するトラック上にマークが記録されていない場合には、等化係数学習領域に学習用マークも記録されていない。この場合、目的のトラックに隣接するトラック上に既にマークが記録されているか否かを判断せず、上記クロストーク量を求めると、両端のスポットから得られる学習記録マーク位置における格子点信号が0に近くなり、クロストーク量の学習値は発散し、最適な等化係数を算出することができなくなる。

【0059】次に、図3に示した目的トラック上からの情報の漏れ込み量である符号間干渉量 d 、及び e を求め、該符号間干渉量に基づき符号間干渉量を低減するための等化係数の算出手段について説明する。符号間干渉量を算出するためには、上述したクロストーク量の検出の場合と同様に、図2に示した学習マーク157～159が等化係数学習領域のどの格子点に記録されているかを知る必要がある。これは、学習トラック認識領域内に記録されている学習トラック識別マーク154～156を光スポット102を用いて再生することで学習マークの記録位置を検出できる。スポット102から得られる総光量信号106は、学習トラック識別回路252によってレベルスライスされて2値化される。学習トラック識別回路252は、この2値化信号に基づき学習マークが記録されている位置を同上の手段で検出する。検出された結果はトラック識別結果信号255として出力され、次のトラック識別が行なわれるまで保持される。但し、学習トラック識別回路252はカウンタを内蔵し、該カウンタはクロック信号113に従ってカウントし、クロックマーク用サンプルホールド信号140のパルスが入力されるとリセットされる。学習トラック識別回路252は、学習トラック認識領域の先頭位置に対応するカウンタ値 m で動作を開始し、末尾位置に対応するカウンタ値 $n-1$ で動作を終了する。

【0060】符号間干渉量検出回路258及び259は、タイミングずれ補正回路125から得られる同期再

生信号127、及び学習トラック識別回路250の出力信号であるトラック識別結果信号255に基づき図3に示した符号間干渉量 d 及び e を検出する。但し、符号間干渉量検出回路258及び259はカウンタを内蔵し、該カウンタはクロック信号112に従ってカウントし、クロックマーク用サンプルホールド信号139のパルスが入力されるとリセットされる。符号間干渉量検出回路258及び259は、等化係数学習領域の先頭位置に対応するカウンタ値 p で動作を開始し、末尾位置に対応するカウンタ値 $q-1$ で動作を終了する。以下では、具体的な説明をするために、図2に示した例に基づき説明する。すなわち、光スポット101はトラック $i-1$ 上を追跡し、光スポット102はトラック i 上を追跡し、光スポット103はトラック $i+1$ 上を追跡する場合を例として述べる。この場合、上記学習トラック認識の結果としてトラック識別結果信号255は01となる。このとき符号間干渉量検出回路258は、符号間干渉量 d を検出するための学習マークが格子点 $p+4T$ 位置に記録されていることを知るので、同期再生信号127に基づき格子点 $(i, p+4T)$ 位置の格子点信号 $S'(i, p+4T)$ をサンプルホールドすると共に、格子点 $(i, p+5T)$ で得られる格子点信号 $S'(i, p+5T)$ をサンプルホールドする。符号間干渉量検出回路258は、 $S'(i, p+4T)$ と $S'(i, p+5T)$ の比、 $S'(i, p+5T) / S'(i, p+4T)$ を出力する。該符号間干渉量出力信号262が目的トラック上の符号間干渉量 d を表す。

【0061】同様に、図3における符号間干渉量 e を求めることができる。符号間干渉量検出回路259は、上記トラック識別結果信号255が01であることから、符号間干渉量 e を検出するための学習マークが格子点 $p+4T$ 位置に記録されていることを知る。このとき同期再生信号127に基づき格子点 $(i, p+3T)$ 位置の格子点信号 $S'(i, p+3T)$ をサンプルホールドすると共に、格子点 $(i, p+4T)$ で得られる格子点信号 $S'(i, p+4T)$ をサンプルホールドする。符号間干渉量検出回路259は、 $S'(i, p+3T)$ と $S'(i, p+4T)$ の比、 $S'(i, p+3T) / S'(i, p+4T)$ を出力する。該符号間干渉量出力信号263が目的トラック上の符号間干渉量 e を表す。

【0062】以下、上記手段によって求められたクロストーク量 b 及び g と符号間干渉量 d 及び e に基づき等化時に用いる等化係数を算出する回路について説明する。等化係数算出回路264はクロストークを低減するための等化係数を、クロストーク量出力信号260に基づき計算して出力する。具体的には、クロストーク出力信号260の値が b である場合には $-b$ を等化係数130として出力する。同様に等化係数算出回路266はクロストークを低減するための等化係数を、クロストーク量出

138を4値化し、復調することでユーザデータ118を再生し出力する。データ制御回路119内にはコンパレータ350と復調回路352がある。等化後信号138はコンパレータ350に入力され、4値化される。比較結果信号351は復調回路352に入力されて復調される。復調回路352は復調信号を出力し、この信号がユーザデータ118となる。

【0068】このように、本発明による情報記録再生方式を用いれば超高密度記録条件下で記録再生が可能であり、このとき第1世代光磁気ディスクの8倍の記録密度を実現することができる。

【0069】上記実施例では、等化係数学習用マークを等化係数学習領域内の定められた格子点で記録再生する目的で、学習トラック認識領域を等化係数学習領域の前に設けたが、従来からセクタの先頭部に設けられているトラックアドレスに基づき等化係数学習用マークの記録再生位置を検出してもよい。例えば、図2において、スポット102でトラックアドレスを再生し、トラックアドレスの最下位2ビットが00ならば $p+T$ の格子点位置に学習マークを記録し、トラックアドレスの最下位2ビットが01ならば $p+4T$ の格子点位置に学習マークを記録し、トラックアドレスの最下位2ビットが10ならば $p+7T$ の格子点位置に学習マークを記録すればよい。このように学習マークの記録位置がわかれば、実際の学習マークの記録は上記実施例記載の装置を用いればよい。情報再生時には、例えば、図2において、スポットでトラックアドレスを再生し、トラックアドレスの最下位2ビットが00ならば $p+T$ が学習マークの記録位置であることが認識でき、トラックアドレスの最下位2ビットが01ならば $p+4T$ が学習マークの記録位置であることが認識でき、トラックアドレスの最下位2ビットが10ならば $p+7T$ が学習マークの記録位置であることが認識できる。このように学習マークの記録位置がわかれば、実際の等化係数の学習は上記実施例記載の装置を用いればよい。

【0070】また、上記実施例ではセクタ毎に等化係数の学習を行う場合について説明したが、例えば、ディスクの外周部、中周部、内周部に等化係数学習のためのトラックを設け、外周部、中周部、内周部ごとに等化係数の学習を行ってもよい。

【0071】以下、本発明における第2の実施例について説明する。

【0072】上記第1の実施例では光磁気媒体を用いる場合について説明したが、以下に示す第2の実施例では、ROM媒体を用いる場合について説明する。ROM媒体は光磁気媒体に比べて高 S/N の再生信号が得られる。再生信号の S/N が高いほど多値レベルを増やすことができるので、より一層の高密度化が実現できる。図1(b)は、3ビット分のデータ"000"、"001"、"010"、"011"、"100"、"101"、"110"、"111"をマークの大きさを8種類に変化させることで記録する例を示す。格子点にマークを記録しないことで"000"を記録し、格子点に径がX1のマークを記録することで"001"を記録し、格子点に径がX2のマークを記録することで"010"を記録し、格子点に径がX3のマークを記録することで"011"を記録し、格子点に径がX4のマークを記録することで"100"を記録し、格子点に径がX5のマークを記録することで"101"を記録し、格子点に径がX6のマークを記録することで"110"を記録し、格子点に径がX7のマークを記録することで"111"を記録する。一般に光ディスクでは、記録できるマーク径の最大値と最小値が存在するため、多値数を増やす場合にはマーク径のきざみを小さくする必要がある。また記録できるマーク径の最大値と最小値に対応して、再生時の再生信号の最大値と最小値が決まるため、多値数を増やす場合には各検出レベル(例えば、図5(b)に示した垂直アイ開口振幅)が小さくなってしまふ。すなわち、さらに高度な記録時のマーク径制御と、さらに高い再生時の S/N が必要とされるのである。

【0073】例えば位相ビットによって信号の記録されているROM媒体は、光磁気媒体に比べてさらに高度な記録時のマーク径制御が可能であり、さらに高い再生時の S/N が得られるので、上記8値記録が可能となる。但し、光磁気媒体でもさらに高度な記録時のマーク径制御が可能となり、さらに高い再生時の S/N が得られれば、同様に上記8値記録が可能となる。各マーク径0~X7は、カッティング時に例えば、格子点にビットが記録されていない場合には、格子点上での再生信号振幅は0となり、格子点に径がX1のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅はYとなり、格子点に径がX2のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(Z+Y)となり、格子点に径がX3のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(2Z+Y)となり、格子点に径がX4のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(3Z+Y)となり、格子点に径がX5のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(4Z+Y)となり、格子点に径がX6のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(5Z+Y)となり、格子点に径がX7のビットが記録されている場合には、格子点上での再生信号振幅は(6Z+Y)となるように定めればよい。

【0074】以下、第2の実施例における情報再生装置について説明する。ROM媒体の場合には情報は媒体に予め凹凸形状で記録されているので、第1の実施例で述べたような情報記録回路は必要としない。

【0075】まず、情報記録媒体は図2に示したデータ記憶領域において、径が0~X7のビットを形成しておけばよく、サーボ領域、学習トラック認識領域、オフセ

【図13】本発明による情報記録再生装置を構成するデータ制御回路の一実施例を示すブロック図である。

【図14】従来技術を示す説明図である。

【図15】従来技術を示す説明図である。

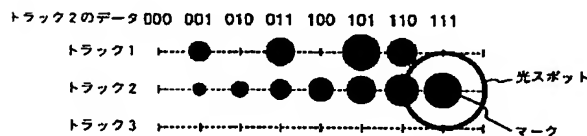
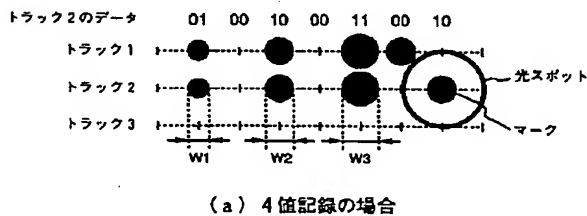
【符号の説明】

100 光記録媒体、101～103 光スポット、104 光ヘッド、105～107 総光量信号、108～110 光磁気信号、111 同期信号発生器、112～114 クロック信号、116 光スポット位置決め回路、117 アクチュエータ制御信号、118 ユーザデータ、119 データ制御回路、120 変調データ、121 等化係数学習回路、122 学習マーク記録信号、123 レーザ駆動回路、124 記録パルス、125 再生データ同期回路、126～128 同期再生信号、129 二次元等化回路、130～137 等化係数、138 等化後信号、139～141 クロックマーク用サンプルホールド信号、142～143 ウォブルマーク用サンプルホールド信号、150 格子点、151 ウォブルマークA、152 ウォブルマ

クB、153 クロックマーク、154～156 学習トラック識別マーク、157～159 等化係数学習用マーク、160 情報マーク、161 トラック、200～202 PLL回路、210 学習トラック識別回路、211 トラック識別結果信号、212 学習マーク記録信号発生回路、213 変調回路、220～222 A/D変換器、223～225 デジタル再生信号、226～228 オフセット量差分回路、229～230 差分値、231～232 ファーストインファーストアウト回路、250～252 学習トラック識別回路、253～255 トラック識別結果信号、256～257 クロストーク量検出回路、258～259 符号間干渉量検出回路、260～261 クロストーク量、262～263 符号間干渉量、264～271 等化係数算出回路、290～296 遅延回路、297～304 利得調整回路、305～309 加算器、310～328 二次元等化回路内の信号、350 コンパレータ、351 比較結果信号、352 復調回路。

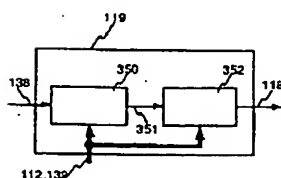
【図1】

(図1)



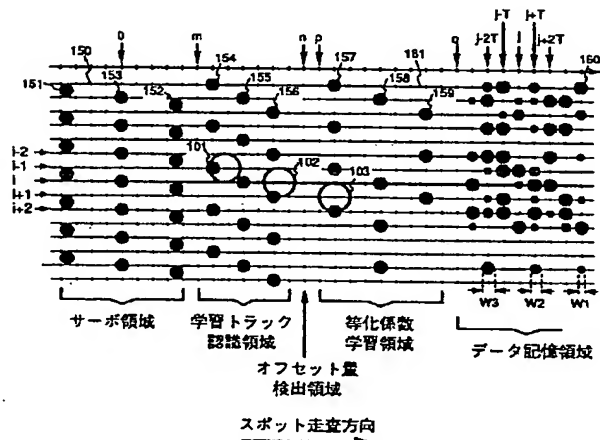
【図13】

(図13)



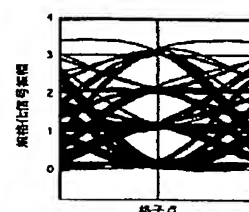
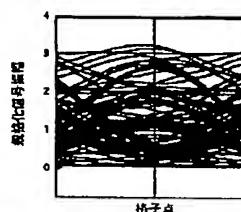
【図2】

(図2)



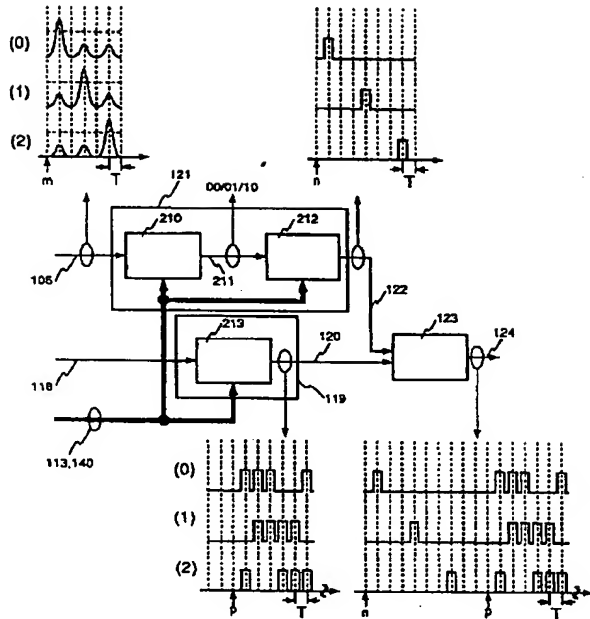
【図5】

(図5)



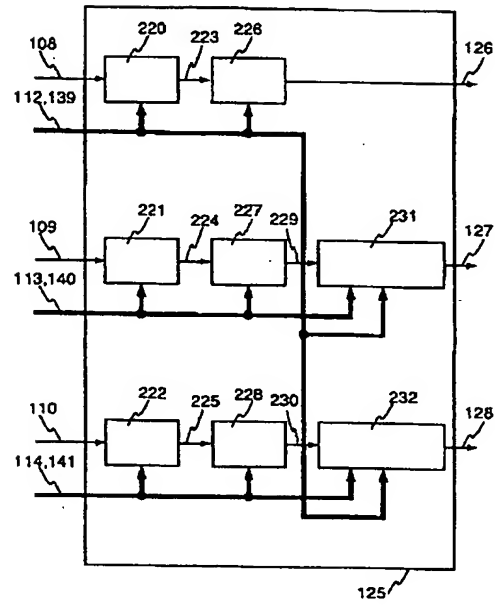
【図9】

(図9)



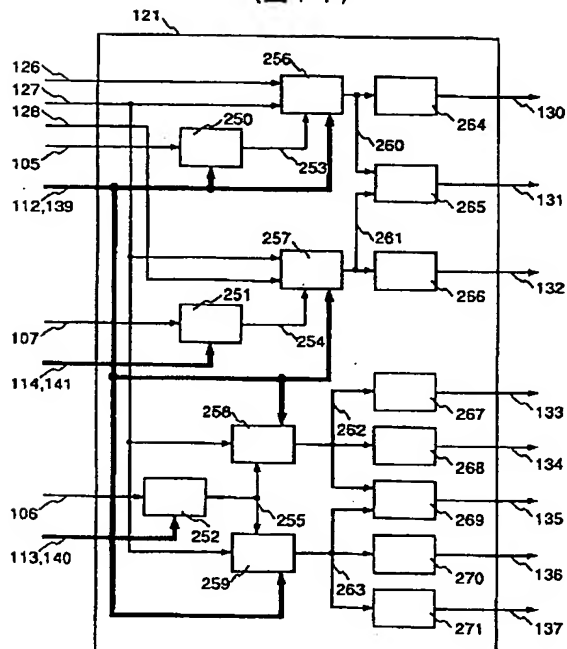
【図10】

(図10)



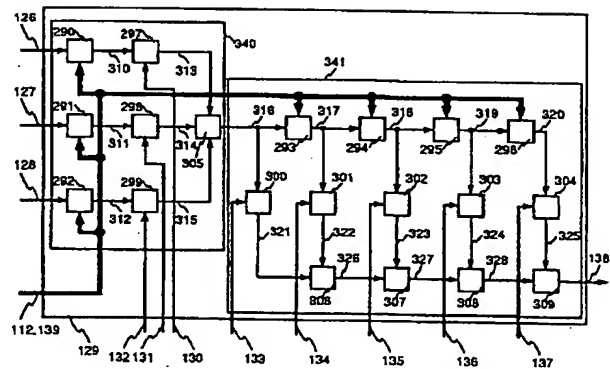
【図11】

(図11)



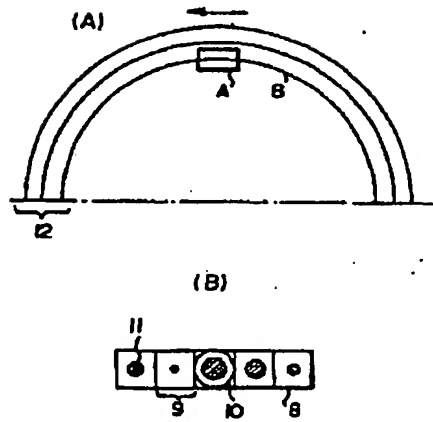
【図12】

(図12)



【図15】

(図15)



フロントページの続き

(72)発明者 前田 武志
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内